FISICA TECNICA

prof. Grassi Walter
prof. Testi

esame: solo ORALE
libro: Y. CENGEL
Mc Graw Hill
"Termod. e Trasm. calore"

↓

argomenti di Termodinamica, bilanci di energia, miscele aria-vapore → problematiche in campo edilizio, scambio termico (conduzione, convenzione, irraggiamento)

- conduzione → mat. solidi
- convenzione → avviene quando ci sono diff. di temperatura o elementi che forzano il fluido a scambiare calore.
- irraggiamento → tipologia di scambio di calore (utilizzo energia solare)

É una materia di "raccordo" tra la fisica pura e l'ingegneria.
Fa da ponte alle conoscenze di base.
→ Semplificazione di modelli su cui applicare le leggi della fisica.

27/09/16
Grassi

TEMPERATURA

Def. STATO DI EQUILIBRIO

Dal punto di vista meccanico, per conoscere un corpo bisogna avere nozioni precise della posizione e delle velocità delle particelle che lo compongono. É impossibile.

⇓

Usiamo un MODELLO = approssimazione ragionevole della realtà, per descrivere il fenomeno, ma non sempre utilizzabile.
Dipende da come lo costruiamo e i gradi di approssimazione.

Punto di vista complessivo:
Il corpo può essere descritto tramite variabili di stato → volume, pressione, temp. (già note)
↑ racchiude un certo numero di particelle

Le 3 grandezze sono:
- volume
- pressione
- temperatura

} la relazione dipende dal tipo di corpo.

Relazioni:

$f(p, V, Temp.) = 0$ → le 3 grandezze possono essere variate, in modo non dipendente.

↓

Se da questa relazione, abbiamo 2 corpi con stessa temperatura, se li metto a contatto cosa succede? Percio sanno dei 2 vale una relazione di quel tipo.
- Se non hanno stessa T → tendono a portarsi ad avere la stessa T ($p = cost.$)

⇓

entrambe si allontanano dallo stato di eq. iniziale per giungere a quello finale. ⇒ Ciò implica variazioni di volume.

⇓

Il corpo più caldo si raffredda e si contrae, l'altro si allarga.

- Se hanno stessa T, p → non succede niente! Anche il volume rimane cost.

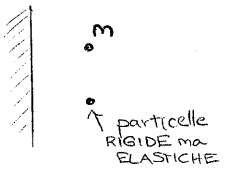
Adesso prendo 3 corpi A, B, C ⇒ accade la stessa cosa.

- Se $T_A = T_B$ e $T_A = T_C$ ⇒ $T_B = T_C$ ← Anche le temp. di B e C sono uguali

Def. TEMPERATURA: (può essere interpretata come un indice)

- interpretazione microscopica:
  La temperatura è legata alla velocità delle particelle.
  Ciò si vede bene nei GAS, poiché le particelle sono più libere. Più il gas è rarefatto, più le particelle hanno libertà di muoversi.
  Nei LIQUIDI → si parla di "vibrazioni" di particelle.
  Nei SOLIDI → no.

Supponiamo di voler calcolare la pressione esercitata su una parete.
→ si parla di URTI di PARTICELLE contro la parete.



La particella urterà la parete e tornerà indietro in un certo tempo Δt, con un URTO ELASTICO.
Qual è la forza esercitata da questo?

Se l'URTO è ELASTICO, si conserva la quantità di moto.

$$|m v_i| = |m v_f| \Rightarrow |v_i| = |v_f| = v_x$$

$$\Delta v = \vec{v}_f - (-\vec{v}_i) = \vec{v}_f + \vec{v}_i = 2\vec{v}_x \qquad F = ma = m\frac{dv}{dt}$$

f_p?

$$f_p = \frac{2mv_x}{\Delta t} = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Consideriamo tante particelle, di cui alcune con velocità prossima all'intervallo:

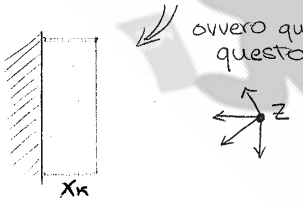
$$N_K \rightarrow v_K, v_K + \Delta v_K$$

con N = particelle totali
V = volume contenitore.

Quante saranno le particelle che in Δt andranno ad urtare la parete?
Sono quelle che si trovano ad una distanza dalla parete pari a:

$$x_K = v_K \Delta t$$

con volume $V_K = A \cdot x_K$ (A = superficie)



NOTA che le altre componenti di v non danno contributo

N.B. In tutto il volume c'è un rapporto: $\frac{N_K}{N}$ dunque:

$$V_K = \frac{N_K}{N} \cdot A \cdot v_K \Delta t = \frac{\text{n° particelle comprese nel volume}}{\text{n° particelle TOTALI}}$$

Sapendo che $n = \frac{N}{V}$ (densità di particelle su m^3) → comprese in un volume

Posso ricavare:

$$n_K = n \cdot V_K \Rightarrow n_K = n \cdot \frac{N_K}{N} v_{K_x} \Delta t \cdot A$$

($n = \frac{N}{V}$, $\frac{N_K}{N}$)

→ numero di particelle contenute nel volume, ma andranno tutte a sbattere nella parete? Possiamo pensare che siano la METÀ (ipotesi CAOS MOLECOL.)

Qual è la forza?

$$F_K = f_p \cdot n_K = n_K \cdot \frac{2mv_x}{\Delta t} = n\frac{N_K}{N} \cdot 2v_x^2 mA$$

sarebbe data dalle (particelle totali) NO

↑ Questa non è la forza cercata

master copy COPISTERIA 050/8312126 388 9637745

$\Rightarrow F_K = \frac{1}{2} \cdot n_K \cdot \frac{2mv_{xK}}{\Delta t} =$ forza esercitata dalle N_K particelle urtanti sulla parete.

$= n \frac{N_K}{N} \cdot v_{xK}^2 \, mA$

Per trovare la forza totale, considero la somma di tutte le particelle (K):

$F_{TOT} = nmA \left(\sum_K \frac{N_K}{N} v_{xK}^2 \right)$ → Per l'IPOTESI del CAOS MOLECOLARE (equiprobabilità delle direzioni) ⇒ le 3 componenti hanno lo stesso valore.
⇒ L'energia delle particelle si ripartisce nello stesso modo nelle direzioni.

$\langle v^2 \rangle = \langle v_x^2 \rangle + \langle v_y^2 \rangle + \langle v_z^2 \rangle \overset{\text{IPOT.}}{=} 3\langle v_x^2 \rangle$

$\Downarrow \quad \langle v_x^2 \rangle = \frac{\langle v^2 \rangle}{3}$

$= nmA \frac{\langle v^2 \rangle}{3}$

$\boxed{P = \frac{F_{TOT}}{A} = nm \frac{\langle v^2 \rangle}{3}}$ → La pressione è legata all'energia cinetica delle particelle.

Relazione lineare del prodotto $p \cdot V$:

$pV = cost \cdot (T + T_0)$ — T_0: NON DEFINITO

$= cost. \cdot \Theta$

Kelvin tirò fuori un'idea: $pV = \varnothing \Rightarrow$ se $T = -T_0$ (in queste condiz. tutto degenera)
Chiamo $(T+T_0)$ = TEMPERATURA ASSOLUTA

Sostituendo le formule di prima ottengo:

$\Rightarrow pV = \frac{N m \langle v^2 \rangle}{3} = cost. \cdot \Theta$ → teta

($N = n \cdot V$)

(in situazioni semplici c'è) Legame tra temperatura e agitazione molecolare.

Fino ad ora abbiamo considerato tutto IDEALE.

Noi useremo e lavoreremo con l'eq.:

$\boxed{pV = nR\Theta}$ EQUAZIONE DI STATO $(pV - nR\Theta = 0)$

Nota che ad una data T, p e V possono avere una gamma di valori. Non esiste un solo valore per le variabili, ∀ valore di T.

⚠ La temperatura è uno SCALARE, legata a quadrati di velocità.
Le temperature di 2 corpi a contatto non si sommano!
⇒ TEMP. = grandezza INTENSIVA
mentre VOLUME = grandezza ESTENSIVA (i volumi si sommano)

Essa è indice dell'energia microscopica dei corpi, associata ad un loro stato molecolare.

es. Ho un cilindro in cui vengono inseriti 2l d'acqua da 2 diverse bottiglie.
Che energia possiede l'acqua?

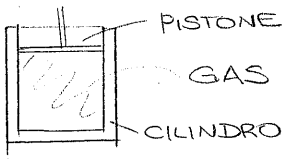
ENERGIA ← CINETICA, POTENZIALE } MACROSCOPICA
legata alla situaz. interna del corpo (T) ⇒ MICROSCOPICA

master COPY COPISTERIA 051/831126 - 338/9837743

⚠ Bisogna definire il sistema e la sua frontiera.
In una stanza, la frontiera sono sia le pareti che noi. (per il gas)

frontiera = tutto ciò che è fuori dal sistema

es.



Vogliamo comprimere questo gas.
Comprimendo piano la pompa, diamo tempo al gas di tornare in equilibrio con l'ambiente esterno.
↳ TRASFORMAZIONE **ISOTERMA** (lenta e rimanendo in eq.) ← Si usa solo come riferimento
(ISOSTATICA) ⇒ p, V si riequilibriano, lasciando invariata la T.

Affinché ci sia scambio, la parete deve essere conduttrice.
Se ISOLIAMO la parete, non permettiamo al gas di raggiungere un EQ. ← TRASFORMAZ. QUASI STATICHE
⇒ resterà sempre in DISEQUILIBRIO con l'esterno (a diversa T)
→ TRASFORMAZIONE **ADIABATICA**

⚠ Nella trasf. ISOTERMA si scambia tutto, in una ADIABATICA nulla, ma se effettuo una trasformazione VELOCE (vicino alla ADIABATICA) posso scambiare poco.
↳ Infatti se la temperatura si alza, si scambia poco.

▷ Spingendo il pistone ⇒ le prime particelle risentiranno di una pressione, (maggiore) rispetto alle particelle sul fondo.

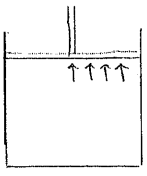
Quanti più disturbi si hanno, più il sistema è lontano dallo stato di equilibrio.

Il cilindro deve essere in EQUILIBRIO, altrimenti non posso rappresentarlo, poiché varia in continuazione.
⇒ per identificare uno stato bisogna essere in equilibrio (locale).

→ Un sistema in uno stato è caratterizzato da un certo numero di variabili.

LAVORO

La parete sulla quale avvenivano gli urti si è supposta RIGIDA, altrimenti si sarebbe deformata ⇒ le partic. trasmettono energia.



$d\mathcal{L} = p\,dV$
$= p\,A\,dx$
F = area; dx = spostam. infinitesimo

LAVORO = FORZA per SPOST.
$d\mathcal{L} = F \cdot dx$

⇓
⚠ Con questa formula abbiamo già imposto l'Hp. che la pressione è UNIFORMEMENTE DISTRIBUITA SULL'AREA

⚠ Il pistone ha attrito col cilindro ⇒ non tutto il $\mathcal{L}$ gas va in energia pot. ma anche in forza d'attrito

Il lavoro che cedo al pistone lo fa spostare. A chi viene ceduto il lavoro?
All'energia potenziale del pistone.
⇒ Il gas esercita pressione e fa alzare il pistone, che aumenta la sua U^{POT}.
⇒ L'energia cinetica del gas va ad aum. quella pot. del pistone.

CONVENZIONE:
$\mathcal{L} > 0$ → LAVORO CHE IL MOTORE CEDE AL SISTEMA
$\mathcal{L} < 0$ → LAVORO CHE IL SISTEMA CEDE ALL'ESTERNO

28/09/16

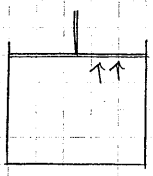
L'energia interna al sistema è la TEMPERATURA,
⇒ indice dell'agitazione molecolare, legata a mv^2.

Abbiamo usato un MODELLO in cui le particelle erano delle sferette, ovvero GAS MONOATOMICO, con 1 solo G.D.L. (traslazionale).

Se consideriamo un modello BIATOMICO (GAS BIATOMICO) → abbiamo 2 atomi legati a formare una molecola, che quindi si può spostare (traslare). Altre possibilità:
- rotazione su un piano o sull'altro
- effetti vibrazionali lungo la direzione del legame.

Lavoro:

$dL = pdV$ → Se la pressione è costante in tutto il cilindro (uniforme sull'area)



Abbiamo un volume con il gas.
Il pistone è una parte della frontiera MOBILE, e questo dà la possibilità al sistema di interagire meccanicamente con gli altri sistemi.
⇓
L'interazione è un elemento fondamentale per tutti i sistemi!
Affinché avvenga, deve esserci almeno una parte mobile della frontiera.

Per fare lavoro dall'esterno sul sistema, ho bisogno solo del pistone?
Se ho PARETI RIGIDE non ho possibilità di scambiare lavoro.

Se metto un'ELICA all'interno del cilindro?
→ Essa è una parte della frontiera del sistema (gas) MOBILE, quindi si può scambiare lavoro.

Passaggi:
1) Identificare il sistema (in questo caso GAS)
2) Identif. la FRONTIERA. Tutto ciò che non è il SISTEMA è ESTERNO.
   ↳ separa il sistema dall'ESTERNO.

1° Principio per SISTEMI CHIUSI

- SISTEMA CHIUSO = sistema che non scambia massa con l'esterno.

es. in una macchina i cilindri non sono sistemi chiusi, lo sarebbero se si chiudessero le valvole.

Per trovarlo hanno capito l'esistenza di un altro tipo di SCAMBIO DI ENERGIA, NATO DALLA DIFFERENZA DI TEMPERATURA (ovvero scambio di calore).

Routford si accorse che trapanando, la punta del trapano si scaldava.
Lo stesso succede ai freni della macchina, quando freniamo.
⇒ Questo succede perché si dissipa energia sotto forma di calore.

CALORE = forma di scambio di energia
↳ C'è stato un periodo in cui il CALORE era ritenuto ciò che passa da un corpo all'altro ("IL CALORICO")
⇒ Ma si arrivò alla conclusione che:
Esiste un altro modo di scambiare energia, oltre al lavoro, ovvero il calore, che dipende dalla ΔT.
↑ temperatura